

# 定量消除植被影响的补偿置换方法研究

马超飞 蔺启忠 马建文 王志刚

(中国科学院遥感应用研究所, 北京 100101)

**摘要** 针对植被覆盖区的岩性识别,本文在线性混合象元分解的基础上通过对 TM 影像中混和象元进行补偿置换,即用象元中非植被地物光谱信息置换植被部分,裸露象元在此过程中没有变化,高植被象元(包括全植被象元)被掩膜,从而达到定量消除植被影响的目的,同时混合象元中非植被信息得到增强。

**关键词** 植被影响 岩性识别 补偿置换 定量方法

## 0 引言

岩性识别受到多种因素,特别是植被和土壤覆盖的影响以及遥感传感器的限制,因而利用 TM 数据进行岩性识别是一项难度较大的研究课题。掩膜技术能够使原始图象中有选择地去掉那些代表集中分布的环境因素象元,而保留岩层及专题信息并称为剩余图象<sup>[1]</sup>。对剩余图象进行常规的主成份变换及分类等,一般能够获得比较满意的结果。掩膜技术中单一地物膜制作:选取单波段或比值图象,该图象应当最大限度地显示这种地物,得出这类地物的 DN 值阈,然后对整幅图象作分段线性拉伸处理,将这种地物的 DN 值阈取为 0,剩余部分取为 1 值。这样便可以得到该种地物的二值膜。但这种地物膜的制作仅考虑了一种地物聚合体而没有充分考虑到混和象元情况,即在一个象元中专题信息与干扰信息同时存在。从理论上来说,特定地物在各波段上的反射值是固定的,因而不存在值域的现象。因此可以说,这种地物膜的制作存在两个不足:① 掩膜后的图象丢失部分专题信息;② 单种地物掩膜的不够干净。

本文针对植被覆盖区进行植被掩膜提取岩性信息,考虑到植被与岩层混和因素,从线性混和象元分解出发,求出植被在 TM 图象中每一象元所占的百分

比,即植被的丰度<sup>[2]</sup>。根据植被的丰度和纯植被在 TM 图象各波段上的反射值调整象元的 DN 值,从而达到定量消除植被影响的目的。在此基础上,因植被消除造成象元 DN 值并非代表整个象元的反射值,而仅仅为象元中非植被部分的反射值,因此有必要还原成整个象元的反射值。线性混和模型假设象元的 DN 值为各端元组分的线性组和。据此我们可以用非植被的反射值及非植被在象元中的比例再次调整象元的 DN 值。如某象元包含了 50% 的植被,非植被的比例便为 50%,假设该象元全部为非植被,象元的反射值应为混和象元中非植被反射值的二倍。从遥感物;理角度来考虑就是用象元中非植被的部分置换了植被部分。在此过程中非植被象元没有发生变化。

## 1 基本原理

根据线性混合象元分解模型<sup>[3]</sup>,象元反射值可以表示为:

$$DN_i = \sum_{j=1}^n (DN_{ij} X_j) + e_i \quad (1)$$

其中,

$i = 1, \dots, m$  (波段数);

$j = 1, \dots, n$  (端元组份数);

$DN_{ij}$ : 第  $j$  组份在第  $i$  波段上的反射值;

\* 本文研究得到国家“九五”攻关项目“多光谱(成像光谱)快速识别金铜矿化带的技术研究”(No. 96-914-02-03)资助  
收稿日期:1998-11-20;收到修改稿日期:1999-04-06

$X_j$ :第  $j$  组份在混合象元中百分比;  
 $e_i$ :第  $i$  波段的误差项;  
 $DN_i$ :第  $i$  波段某象元反射值。

式(1)也可以改写成:

$$DN_i = DN_{iz}X_z + \sum_{j=1}^{n-1} (DN_{ij}X_j) + e_i$$

$$= DN_{iz}X_z + DN_e \quad (2)$$

$$DN_e = DN_i - DN_{iz}X_z \quad (3)$$

其中,  $DN_i, e_i$  同式(1),

$DN_{iz}$ : 植被端元在波段  $i$  反射值;  
 $X_z$ : 植被端元在混合象元中百分比;  
 $DN_{ij}$ : 非植被端元在波段  $i$  上反射值;  
 $X_i$ : 非植被端元在混合象元中百分比;  
 $DN_e$ :第  $i$  波段误差项与非植被端元反射值之和。

从式(3)看出象元中非植被部分可以通过总的反射值减去植被的反射值得到。籍此得出象元中非植被地物  $DN$  值。在此基础上提取专题信息不再受到植被的影响。尽管混合象元中植被得以消除,但此时剩余非植被信息的反射值并非反应整个象元的反射值,因此须用非植被地物去补偿消除的植被部分。补偿置换后象元的  $DN$  值可用下式表示:

$$DN = DN_i / (1 - X_i) \quad (4)$$

其中,

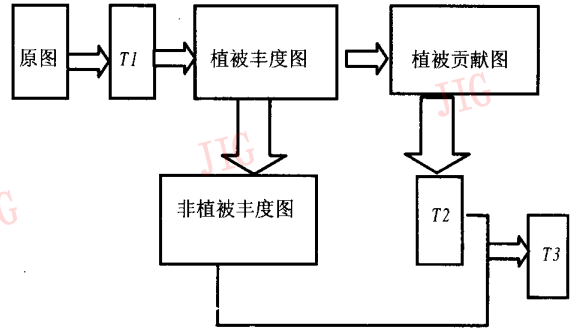
$DN$ : 补偿置换后象元的反射值;  
 $X_i$ : 第  $i$  象元中所含植被端元组份的比例;  
 $DN_i$ : 补偿置换前第  $i$  象元中非植被地物的反射值。

## 2 应用实例

本文选择冀东地区 TM 影象子区  $512 \times 512$ (获取时间:1987年5月14日)作实例分析。该区植被覆盖较多,种类比较单一,从彩色图版 I 中的图 1 看出覆盖率在 50%左右(图中绿色代表植被覆盖)。覆盖区的岩石信息及地物纹理信息均没有得到反映。

在分离植被影响提取专题信息方面,主成份变换因具降维及变换后主成份互不相关等特征而被广泛应用<sup>[4,5]</sup>。但由于本区植被覆盖率高,专题信息相对较弱,主成份变换效果不够理想。植被掩膜技术在掩膜植被的同时,也掩膜了植被覆盖区的专题信息。而

采用补偿置换方法则取得了比较理想的效果。如图 1 所示。



T1 预处理后的图象 T2 减除植被后的图象 T3 最终结果图

图 1 补偿置换处理方法流程图

首先对该子区进行几何纠正和反射率反演等预处理。继而对预处理过的图象作混合象元分解,我们可以得到植被丰度图(见彩色图版 I 中的图 2),图中亮度越大,表示植被的百分比越高。表 1 列举了该子区植被在象元(P60—66, I4—10)上的比例,100 表示全植被覆盖(表中 \* 标注),0 表示无植被覆盖(表中 # 标注)。表 2 显示该区域原始第 4 波段各象元  $DN$  值。

根据植被在 TM 各个波段上的反射值及植被丰度,可以求出植被在任一波段各象元中的贡献和非植被的丰度。通过公式(3)减除各象元中植被贡献,从而获得消除植被影响的新波段。彩色图版 I 中的图 3 为新的 1,4,7 波段合成图。根据植被丰度不同,原图中植被覆盖区在彩色图版 I 中的图 3 中不同程度地变暗。表 3 列举了在此过程中第四波段象元  $DN$  值的变化。由于选取各波段植被反射值的微小误差,全植被覆盖区的反射值并没有全部降为 0,这将在下一步补偿置换中予以改正。

表 1 植被丰度(P60—66, I4—10)

38	35	36	37	32	34	43
21	17	17	20	19	27	35
15	15	20	22	15	17	22
60	55	39	20	12	14	12
100*	83	52	32	8	1	1
100*	94	59	40	22	5	0#
100*	91	63	39	30	18	11

表2 原始第4波段象元 DN 值(P60—66,L4—10)

77	76	77	77	69	72	82
73	72	70	71	68	69	76
72	70	71	76	72	69	73
91	86	78	75	76	75	71
110*	100	86	78	72	69	68
125*	109	89	79	74	70	65#
121*	108	91	78	73	70	67

表3 减除植被贡献后第4波段象元 DN 值(P60—66,L4—10)

35	38	38	37	34	35	35
50	53	51	49	47	39	38
55	53	49	52	55	50	49
26	26	35	53	63	59	58
2*	10	29	43	63	67	66
17*	7	25	35	50	64	65#
13*	9	22	35	40	50	55

根据公式(4),非植被反射值与其丰度相除,便可得到混合象元全为非植被时总的象元反射值,即补偿置换。从公式(4)看出,在全植被覆盖区,式中的分母为0,因此处理过程中规定分母为0时,其结果为0。由于全植被覆盖区非植被信息基本上在影象上没有得到反应,因此在最终的结果图(仅存非植被地物信息)中,全植被覆盖区用全黑(DN=0)表示(并非说明覆盖下的非地物反射值为零)。在总的处理过程中,无植被覆盖的区域其DN值自始至终没有发生变化。

表4 补偿置换后第4波段象元 DN 值(P60—66,L4—10)

58	58	59	58	50	53	62
63	64	62	61	58	54	58
65	63	61	66	65	61	63
65	59	58	66	71	69	65
0*	60	62	63	68	68	67
0*	124	61	59	64	68	65#
0*	108	62	58	58	61	61

对于高植被区比如说覆盖率在90%以上区域,出露非植被地物很少,也就是说可以用来置换的信息很少,使用补偿置换方法容易引起较大的误差,给解释

带来不便,对此,可以采取掩膜的办法置此区域象元DN值为零。由于非植被地物出露少,不会造成大的专题信息丢失。高植被区掩膜后DN值见表5。

表5 高植被区(覆盖率不小于90%)掩膜后 DN 值(P60—66,L4—10)

58	58	59	58	50	53	62
63	64	62	61	58	54	58
65	63	61	66	65	61	63
65	59	58	66	71	69	65
0*	60	62	63	68	68	67
0*	0	61	59	64	68	65#
0*	0	62	58	58	61	61

最终的结果图见彩色图版I中的图4与图1比较,植被附盖区的岩性信息得以突出。图中1、2可清晰地看出属于同一岩性(J<sub>1x</sub>),3(∈)为寒武系下统一并层岩带,4(J<sub>3z</sub>)与周围的岩性影象颜色差异较大(彩色图版I中的图1中没有显示),5(Chc-t)的环形岩带明显。

### 3 结束语

由于该方法在掩膜植被的同时,并没有丢失植被覆盖区的专题信息而且非植被信息得到加强,因而岩性识别效果较好。

### 参考文献

- 1 马建文. 利用 TM 数据快速提取含金蚀变带方法研究. 遥感学报, 1997, 1(3): 208 ~ 213.
- 2 F Van Der Meer. Spectral unmixing of landsat thematic mapper data. INT J Remote Sensing, 1995, 16(16): 3189 ~ 3194.
- 3 Ichoku C, Karnieli A. A review of mixture modeling techniques for sub-pixel land cover estimation. Remote Sensing Reviews, 1996, 13: 161 ~ 186.
- 4 Schetselaar E M, Rencz A N. Reducing the effects of vegetation cover on airborne radiometric data using landsat TM data. INT J Remote Sensing, 1998, 18(7): 1503 ~ 1515.
- 5 Ruiz J R-Armenta, R M Prol-Ledesma. Techniques for enhancing the spectral response of hydrothermal alteration minerals in thematic mapper images of central Mexico. Int J Remote Sensing, 1998, 19(10): 1981 ~ 2000.
- 6 Murphy R J. The effects of surficial vegetation cover on mineral absorption feature parameters. INT J Remote Sensing, 1995, 16(12): 2153-2164.
- 7 Murphy R J, Wadge G. The effects of vegetation on ability to map soils using imaging spectrometer data. INT J Remote Sensing, 1994, 15(1): 63-86.



**马超飞** 中国科学院遥感所在读硕士生。主要研究方向为遥感图象处理与信息提取。



**蔺启忠** 研究员。毕业于南京大学。主要从事遥感地质与矿产资源调查。

**马建文** 研究员。主要从事光学遥感与信息处理的研究。公开发表论文 30 余篇,专著 1 部。

**王志刚** 研究员河北地质学院毕业,主要研究方向为遥感地质。

## Methodology Study of Compensated Replacement for Quantitatively Removing Vegetation Effect

Ma chaofei, Lin qizhong, Ma jianwen and Wang zhigang

(*Institute of Remote Sensing Applications, Chinese Academy of Sciences, BeiJing 100101*)

**Abstract** In this paper, the compensated replacement method is used to process the mixed pixels in TM image on basis of linear mixing model in order to identify rocks in the area with vegetation cover. The spectral information of vegetation in one mixed pixel is replaced with that of non-vegetation in the process. The pixels without vegetation information are not changed and the pixels with heavy vegetation information are masked. The effect of vegetation cover is quantitatively removed and non-vegetation information in mixed pixels is strengthened with use of this method.

**Keywords** Vegetation effect, Rock identification, Compensated replacement method



图1 原始波段 1, 4, 7 合成图

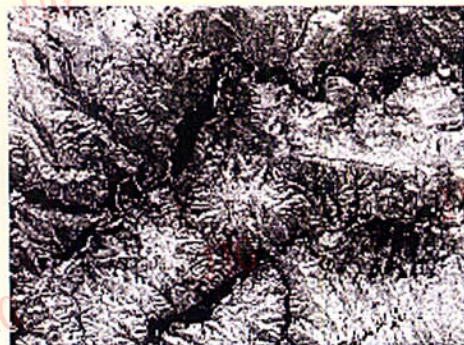


图2 植被丰度图

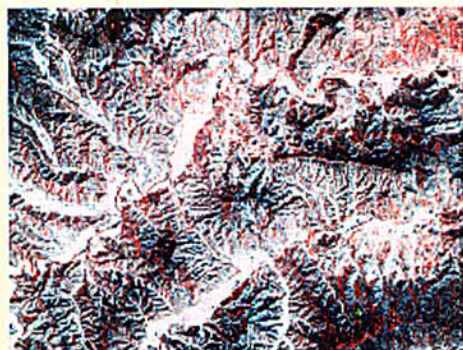


图3 减除植被贡献后 1, 4, 7 波段合成图



图4 补偿置换后 1, 4, 7 波段合成图  
(同时植被覆盖率在90%以上的象元被掩膜, 其中DN=0)

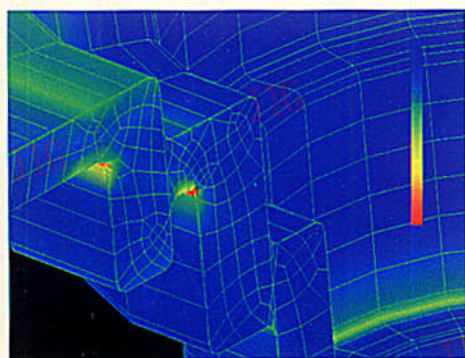


图1 剖切面及外表面的彩色云图

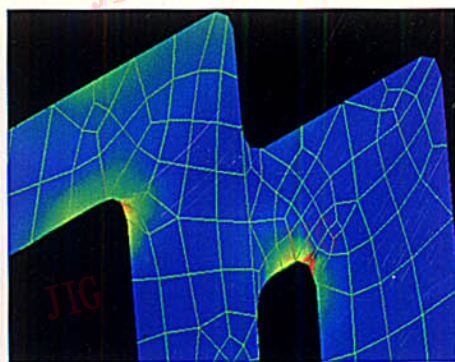


图2 局部放大的剖切面彩色云图

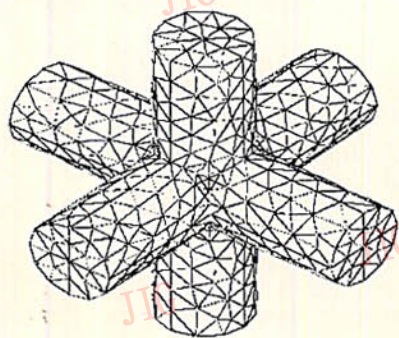


图3 四面体单元组成的结构

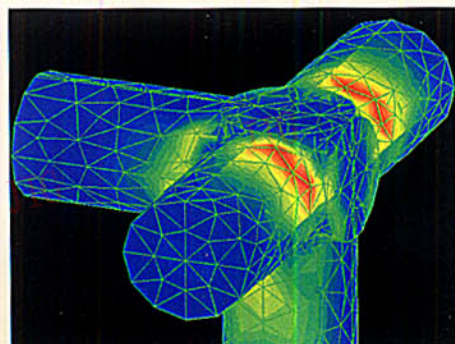


图4 两个剖切平面剖切的结果